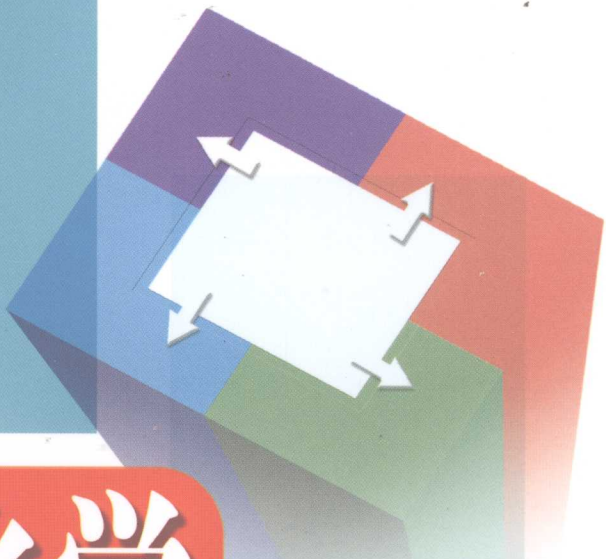


科学版 考研复习指导系列



无机化学

WUJI HUAXUE
KAOYAN FUXI ZHIDAO

考研复习指导

徐家宁 史苏华 宋天佑 主编



科学出版社

www.sciencep.com

科学版考研复习指导系列

无机化学考研复习指导

徐家宁 史苏华 宋天佑 主编

ISBN 978-7-03-032820-0

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

科学出版社

内 容 简 介

本书共 17 章,前 8 章为基础理论部分,后 9 章为元素化学部分。各章包括复习指南、内容提要、要点及难点解析、例题、自测题和自测题参考答案。自测题部分包括选择题、填空题、简答题和计算题,在元素化学部分各章中增加了完成并配平反应方程式的题型。书后附三套模拟试题。本书内容丰富,习题解答详细,选择题、填空题增加了必要的解析过程,较难的题占有一定的比例。

本书可作为高等院校无机化学、普通化学及相关课程的硕士研究生入学考试的指导书,也可作为日常学习的辅助教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学考研复习指导/徐家宁,史苏华,宋天佑主编. —北京:科学出版社,2009

(科学版考研复习指导系列)

ISBN 978-7-03-022920-5

I. 无… II. ①徐…②史…③宋… III. 无机化学-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. O61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 137362 号

责任编辑:杨向萍 赵晓霞 魏晓焱 沈晓晶 张秀兰 / 责任校对:张怡君
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 3 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009 年 3 月第一次印刷 印张:35 3/4

印数:1—4 000 字数:710 000

定价:55.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

前 言

近几年来,随着高等教育事业的飞速发展和国家对高素质化学人才的需求的扩大,研究生培养的规模不断扩大。无机化学是化学及相关学科必修的基础主干课程,是许多相关专业硕士研究生入学考试的科目之一。目前无机化学教学内容和研究生入学考试的试题深度和广度都发生了很大变化。为了满足广大读者报考研究生复习的需求,我们编写了本书,希望对读者复习无机化学和普通化学时有所帮助。

作为一本考研指导书,本书力图突出以下特点:一是对知识点有较为全面的总结,以明确各章重点内容。二是自测题覆盖的知识点全,设计的切入点多。三是自测题解答详细,选择题、填空题除给出参考答案外,还增加了必要的解析以帮助读者理解、掌握解题的思路;特别是对简答题进行了详细的解答,有助于提高读者对综合试题的解答能力。四是自测题难易结合,较难的题占有一定的比例,既有利于读者自学,又能帮助读者对无机化学内容进行更深层次的理解。五是无机元素部分的综合推断题较多,将无机化学理论与元素性质实验相结合,使读者对重要元素及其化合物的性质有较为全面的理解和掌握。

读者在复习无机化学课程时,要充分注意近几年来硕士研究生入学考试课程的调整,及时了解所报考学校和专业对无机化学及相关课程入学考试的重点内容的基本范围和要求。例如,有些院校和专业在研究生入学考试时对无机化学课程基础理论部分只要求掌握原子结构、分子结构、氧化还原反应、配位化合物等内容,而将化学热力学和化学平衡等内容归入物理化学科目,将电解质溶液和沉淀溶解平衡等内容归入分析化学科目。

读者在复习无机化学课程时,一定要明确做习题的目的,要以巩固、理解、串联知识点为起点,开阔思路,积极思考,掌握知识点间的内在联系,提高综合分析能力和文字表达能力。

本书共 17 章,前 8 章为基础理论部分,后 9 章为元素化学部分。

参加本书初稿编写的有李冬梅(第 1 章、第 6~8 章),于杰辉(第 2 章、第 3 章),张萍(第 4 章),徐跃华(第 13 章),史苏华(第 5 章、第 9~12 章),徐家宁(第 14~17 章,各章的“要点及难点解析”和模拟试卷);本书修改稿由张丽荣(第 6 章),井淑波(第 7 章),史苏华(第 2 章、第 9~12 章),徐家宁(第 1 章、第 3~5 章、第 8 章、第 13~17 章)完成;宋天佑负责全书的总体设计并对部分内容进行了修改。全书最后由徐家宁统一补充、修改、定稿。无机化学教学组的范勇、王莉老师

和博士生王瑛、马奎蓉、石晶等参与了部分文字的修改等工作。

本书能够与读者见面,得益于科学出版社的大力支持和鼓励,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平及时间所限,书中难免有不妥之处,诚请广大读者批评指正,使本书在下次修订时进一步完善。

编者
2008年12月
于吉林大学化学学院

目 录

前言

第 1 章 化学基础知识	(1)
一、复习指南.....	(1)
二、内容提要.....	(1)
三、要点及难点解析.....	(5)
四、例题.....	(6)
五、自测题.....	(11)
自测题参考答案.....	(16)
第 2 章 化学热力学基础	(27)
一、复习指南.....	(27)
二、内容提要.....	(27)
三、要点及难点解析.....	(34)
四、例题.....	(36)
五、自测题.....	(42)
自测题参考答案.....	(47)
第 3 章 化学反应速率与化学平衡	(56)
一、复习指南.....	(56)
二、内容提要.....	(56)
三、要点及难点解析.....	(67)
四、例题.....	(69)
五、自测题.....	(80)
自测题参考答案.....	(86)
第 4 章 原子结构与元素周期律	(102)
一、复习指南.....	(102)
二、内容提要.....	(102)
三、要点及难点解析.....	(112)
四、例题.....	(115)
五、自测题.....	(120)
自测题参考答案.....	(125)

第5章 分子结构与化学键理论 ·····	(133)
一、复习指南·····	(133)
二、内容提要·····	(133)
三、要点及难点解析·····	(147)
四、例题·····	(150)
五、自测题·····	(160)
自测题参考答案·····	(167)
第6章 解离平衡和沉淀溶解平衡 ·····	(179)
一、复习指南·····	(179)
二、内容提要·····	(179)
三、要点及难点解析·····	(186)
四、例题·····	(189)
五、自测题·····	(200)
自测题参考答案·····	(204)
第7章 氧化还原反应 ·····	(214)
一、复习指南·····	(214)
二、内容提要·····	(214)
三、要点及难点解析·····	(221)
四、例题·····	(224)
五、自测题·····	(240)
自测题参考答案·····	(246)
第8章 配位化合物 ·····	(257)
一、复习指南·····	(257)
二、内容提要·····	(257)
三、要点及难点解析·····	(264)
四、例题·····	(267)
五、自测题·····	(276)
自测题参考答案·····	(282)
第9章 卤素 ·····	(297)
一、复习指南·····	(297)
二、内容提要·····	(297)
三、要点及难点解析·····	(303)
四、例题·····	(305)
五、自测题·····	(313)

自测题参考答案	(317)
第 10 章 氧族元素	(325)
一、复习指南	(325)
二、内容提要	(325)
三、要点及难点解析	(334)
四、例题	(336)
五、自测题	(343)
自测题参考答案	(348)
第 11 章 氮族元素	(357)
一、复习指南	(357)
二、内容提要	(357)
三、要点及难点解析	(367)
四、例题	(369)
五、自测题	(376)
自测题参考答案	(383)
第 12 章 碳族元素和硼族元素	(395)
一、复习指南	(395)
二、内容提要	(395)
三、要点及难点解析	(402)
四、例题	(404)
五、自测题	(411)
自测题参考答案	(416)
第 13 章 s 区元素和稀有气体	(426)
一、复习指南	(426)
二、内容提要	(426)
三、要点及难点解析	(433)
四、例题	(435)
五、自测题	(440)
自测题参考答案	(444)
第 14 章 铜副族和锌副族	(450)
一、复习指南	(450)
二、内容提要	(450)
三、要点及难点解析	(457)
四、例题	(459)
五、自测题	(464)

自测题参考答案	(469)
第 15 章 钛、钒副族和内过渡元素	(475)
一、复习指南	(475)
二、内容提要	(475)
三、要点及难点解析	(482)
四、例题	(484)
五、自测题	(486)
自测题参考答案	(489)
第 16 章 铬副族和锰副族	(492)
一、复习指南	(492)
二、内容提要	(492)
三、要点及难点解析	(498)
四、例题	(501)
五、自测题	(505)
自测题参考答案	(509)
第 17 章 铁系元素和铂系元素	(515)
一、复习指南	(515)
二、内容提要	(515)
三、要点及难点解析	(521)
四、例题	(524)
五、自测题	(529)
自测题参考答案	(533)
模拟试卷	(539)
模拟试卷 I	(539)
模拟试卷 I 参考答案	(541)
模拟试卷 II	(545)
模拟试卷 II 参考答案	(547)
模拟试卷 III	(553)
模拟试卷 III 参考答案	(556)
主要参考书目	(561)

第1章 化学基础知识

一、复习指南

- (1) 了解理想气体和实际气体的基本性质。
- (2) 熟悉气体的状态方程、分压定律。
- (3) 掌握稀溶液的依数性质及应用。
- (4) 熟练掌握溶液浓度的概念、计算和换算。

二、内容提要

(一) 气体

1. 理想气体

1) 理想气体概念

理想气体是指分子之间没有引力,分子本身不占有体积的气体。也就是说,理想气体分子之间、分子与器壁之间所发生的碰撞没有能量损失。真正的理想气体实际上并不存在,但在高温、低压条件下可将实际气体近似看作理想气体。

2) 理想气体状态方程

理想气体的压强(p)、温度(T)、体积(V)、物质的量(n)之间的关系式称为理想气体状态方程:

$$pV=nRT$$
在不同条件下,它有不同的表达形式。

当 n 一定时,有

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

当 n 、 T 一定时,有波义耳定律:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

当 n 、 p 一定时,有盖-吕萨克定律:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

当 T 、 p 一定时,有阿伏伽德罗定律:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

将 $n = \frac{m}{M}$, $\rho = \frac{m}{V}$ 代入理想气体状态方程,可求得气体的相对分子质量:

$$M = \frac{mRT}{\rho V} = \frac{\rho RT}{p}$$

2. 实际气体

当实际气体分子之间的引力不可忽略时,实际气体分子与器壁碰撞所产生的压力要比相同物质的量的理想气体的压力小;而当实际气体分子自身的体积不可忽略时,只有从实际气体的体积($V_{\text{实}}$)减去其分子自身的体积,才能得到相当于理想气体的自由空间(气体分子可以自由运动且体积可以无限压缩)。实际气体的状态方程为

$$\left[p + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right] (V - nb) = nRT$$

式中, a 和 b 为气体的范德华常量。

3. 混合气体的分压定律

1) 分压、分体积

分压:当某组分气体单独存在并占有总体积时所具有的压强,称为该组分气体的分压,用 p_i 表示。

$$p_i V_{\text{总}} = n_i RT$$

式中, $V_{\text{总}}$ 为混合气体所占有的体积; n_i 为某组分气体的物质的量。

分体积:当某组分气体单独存在且具有总压时所占有的体积,称为该组分气体的分体积,用 V_i 表示。

$$p_{\text{总}} V_i = n_i RT$$

2) 摩尔分数

某组分气体的物质的量占混合气体物质的量的分数称为摩尔分数,用 x_i 表示。

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \quad \text{或} \quad x_i = \frac{n_i}{n}$$

当 p 、 T 一定时,混合气体中某组分气体的摩尔分数等于体积分数(某组分气体的分体积占混合气体总体积的分数)。

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n_i} = \frac{V_i}{\sum V_i}$$

3) 混合气体的分压定律

混合气体的总压等于各组分气体的分压之和,也称道尔顿(Dalton)分压定律。

$$p_{\text{总}} = \sum p_i$$

4. 气体的扩散定律

英国物理学家格雷厄姆(Graham)提出:同温同压下,气体的扩散速率与其密度的平方根成反比:

$$\frac{u_A}{u_B} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$$

气体的扩散速率也与相对分子质量的平方根成反比:

$$\frac{u_A}{u_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

(二) 溶液

1. 溶液浓度的表示方法

1) 物质的量浓度

在 1 dm^3 溶液中含有溶质的物质的量,称为该溶质的物质的量浓度,也称为体积摩尔浓度,其单位为 $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$,有时也使用 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 表示。物质 A 的物质的量浓度用符号 $c(\text{A})$ 、 c_A 或 $[\text{A}]$ 表示。

2) 质量摩尔浓度

在 1000 g 溶剂中含有溶质的物质的量,称为该溶质的质量摩尔浓度,用符号 b 或 m 表示,其单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。溶质 B 在溶剂 A 中的质量摩尔浓度为

$$b_B = \frac{n_B}{m_A/1000}$$

3) 质量分数

溶质 B 的质量与溶液的质量之比称为溶质 B 的质量分数,用 w_B 表示。

$$w_B = \frac{m_B}{m}$$

显然,固体混合物也可以计算质量分数。

4) 摩尔分数

溶液中溶质 B 的物质的量(n_B)与溶液的总物质的量(n)之比,称为溶质 B 的摩尔分数,用符号 x_B 表示。

$$x_B = \frac{n_B}{n}$$

5) 浓度换算

若溶液的密度已知,即可进行体积摩尔浓度与质量分数之间的换算。在同样的基础上,也可进行体积摩尔浓度与质量摩尔浓度之间的换算,以及质量摩尔浓度

与质量分数之间的换算。

对于稀的水溶液,其质量摩尔浓度与摩尔分数之间的关系近似为

$$x_{\text{质}} = \frac{b}{55.56}$$

即稀溶液中,溶质的摩尔分数与其质量摩尔浓度成正比。

2. 饱和蒸气压

1) 纯溶剂的饱和蒸气压

在密闭容器中,纯溶剂分子的凝聚速率和蒸发速率相等时,体系达到动态平衡,蒸气的压强不再改变,此时的蒸气为饱和蒸气,所产生的压强叫做该温度下的饱和蒸气压,用 p^* 表示,饱和蒸气压与温度有关。

2) 溶液的饱和蒸气压

溶液在单位时间内凝聚的分子数目与蒸发的分子数目相等时的蒸气压,称为溶液的饱和蒸气压。在相同温度下单位时间内,单位面积的溶液表面所蒸发的溶剂分子数目小于纯溶剂表面所蒸发的溶剂分子数目,平衡时,蒸气的密度及压强都比纯溶剂的小。也就是说,溶液的饱和蒸气压(p)小于纯溶剂的饱和蒸气压(p^*)。

3) 拉乌尔(Raoult)定律

在一定温度下,稀溶液的饱和蒸气压(p)等于纯溶剂的饱和蒸气压(p^*)与溶剂在溶液中所占的摩尔分数($x_{\text{溶剂}}$)的乘积:

$$p = p^* x_{\text{溶剂}}$$

3. 难挥发的非电解质稀溶液的依数性

难挥发的非电解质稀溶液的某些性质只和溶液的浓度有关,称为稀溶液的依数性,包括蒸气压降低、凝固点(冰点)降低、沸点升高和渗透压。稀溶液的依数性只适用于难挥发的非电解质稀溶液,对于浓溶液或电解质溶液来说,虽然仍有蒸气压降低、沸点升高、冰点降低和渗透压的现象,但定量关系不准确。

1) 蒸气压降低

稀溶液的饱和蒸气压的降低值与溶液的质量摩尔浓度成正比:

$$\Delta p = kb$$

2) 沸点升高和凝固点降低

难挥发的非电解质稀溶液的沸点升高的数值(ΔT_b)和凝固点降低的数值(ΔT_f)均与其质量摩尔浓度成正比:

$$\Delta T_b = k_b b$$

$$\Delta T_f = k_f b$$

式中, k_b 、 k_f 分别为沸点升高常数、凝固点降低常数。水的 $k_b = 0.512 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$$k_f = 1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

3) 渗透压

稀溶液的渗透压与溶液的浓度、温度的关系和理想气体状态方程相似:

$$\Pi V = nRT$$

三、要点及难点解析

(一) 气体

1. 理想气体

理想气体的分子之间没有引力,分子本身不占有体积,气体分子之间、分子与器壁之间所发生的碰撞没有能量损失。

理想气体状态方程: $pV = nRT$

熟练掌握不同条件下的理想气体状态方程的不同表达形式。

2. 实际气体

实际气体分子之间的引力和分子自身的体积不可忽略。实际气体的状态方程为

$$\left[p + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right] (V - nb) = nRT$$

3. 混合气体的分压定律

$$p_i V_{\text{总}} = n_i RT$$

$$p_{\text{总}} V_i = n_i RT$$

$$p_{\text{总}} = \sum p_i$$

4. 气体的扩散定律

同温同压下,气体的扩散速率与其密度的平方根成反比,也与摩尔质量的平方根成反比:

$$\frac{u_A}{u_B} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

(二) 溶液

1. 溶液浓度的表示方法

物质的量浓度: $c = \frac{n}{V}$

质量摩尔浓度:
$$b_B = \frac{n_B}{m_{\text{溶剂}}/1000}$$

质量分数:
$$\omega_B = \frac{m_B}{m}$$

摩尔分数:
$$x_B = \frac{n_B}{n}$$

对于稀的水溶液, 浓度换算:
$$x_{\text{溶质}} = \frac{b}{55.56}$$

2. 饱和蒸气压

拉乌尔定律:
$$p = p^* x_{\text{溶剂}}$$

3. 难挥发的非电解质稀溶液的依数性

蒸气压降低:
$$\Delta p = kb$$

沸点升高:
$$\Delta T_b = k_b b$$

凝固点降低:
$$\Delta T_f = k_f b$$

渗透压:
$$\Pi V = nRT$$

四、例 题

【1-1】 在 298 K 和 101.3 kPa 时, 气体 A 的密度为 $1.80 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。求:

- (1) 气体 A 的相对分子质量;
- (2) 将密闭容器加热到 400 K 时容器内的压力。

思路: 本题意在考察读者对理想气体状态方程的掌握和应用。将 $n = \frac{m}{M}$, $\rho =$

$\frac{m}{V}$ 代入理想气体状态方程, 可求得气体的相对分子质量 (M); 气体的物质的量和体积不变时, 利用 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ 可求得温度变化后气体的压力。

解答: (1) 由理想气体状态方程 $pV = nRT$ 的导出公式, 得气体 A 的相对分子质量为

$$M = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1.80 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} \times 8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}} = 44.02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) 由理想气体状态方程 $pV = nRT$, 若 n 和 V 不变, 得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, 则 400 K 时

容器内的压力为

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \times 400 \text{ K}}{298 \text{ K}} \\ = 1.360 \times 10^5 \text{ Pa}$$

【1-2】 在 25 °C 和 100 kPa 时,于水面上方收集 10 dm³ 空气,然后将其压缩到 200 kPa。已知 25 °C 时水的饱和蒸气压为 3167 Pa,求:

- (1) 压缩后气体的质量;
- (2) 压缩后水蒸气的摩尔分数。

思路: 温度不变则水的饱和蒸气压不变,空气在压缩过程中水蒸气分压不变。由于体积的减小使部分水蒸气凝结为水,而空气的量不变。利用理想气体状态方程和混合气体的分压定律 $p_i V_{\text{总}} = n_i RT$, 即可进行计算。

请注意, 由于压缩后部分水蒸气凝结为水,压缩前后气体的物质的量发生了变化,不能用压缩前后气体的总体积和总压由 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ 求压缩后气体的总体积。

解答: (1) 气体压缩前空气的分压为

$$(100 \times 10^3 - 3167) \text{ Pa} = 96\ 833 \text{ Pa}$$

将 $n = \frac{m}{M}$ 代入混合气体的分压定律,得空气的质量为

$$m_{\text{空}} = \frac{p_{\text{空}} V_{\text{总}} M}{RT} = \frac{96\ 833 \text{ Pa} \times 10 \text{ dm}^3 \times 29.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8.314 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}} \\ = 11.33 \text{ g}$$

气体压缩后空气的分压为

$$(200 \times 10^3 - 3167) \text{ Pa} = 196\ 833 \text{ Pa}$$

气体压缩后的体积为

$$V = \frac{96\ 833 \text{ Pa} \times 10 \text{ dm}^3}{196\ 833 \text{ Pa}} = 4.92 \text{ dm}^3$$

气体压缩后水蒸气的质量为

$$m_{\text{水}} = \frac{p_{\text{水}} V_{\text{总}} M_{\text{水}}}{RT} = \frac{3167 \text{ Pa} \times 4.92 \text{ dm}^3 \times 18.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8.314 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}} \\ = 0.11 \text{ g}$$

压缩后气体的质量为

$$m_{\text{气}} = m_{\text{空}} + m_{\text{水}} = 11.33 \text{ g} + 0.11 \text{ g} = 11.44 \text{ g}$$

(2) 压缩后水蒸气的物质的量为

$$n_{\text{水}} = \frac{p_{\text{水}} V_{\text{总}}}{RT} = \frac{3167 \text{ Pa} \times 4.92 \text{ dm}^3}{8.314 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}} \\ = 6.29 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

压缩后气体总的物质的量为

$$n_{\text{气}} = \frac{p_{\text{总}} V_{\text{总}}}{RT} = \frac{200 \times 10^3 \text{ Pa} \times 4.92 \text{ dm}^3}{8.314 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}$$

$$= 3.97 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

压缩后水蒸气的摩尔分数为

$$x_{\text{水}} = \frac{n_{\text{水}}}{n_{\text{总}}} = \frac{6.29 \times 10^{-3} \text{ mol}}{3.97 \times 10^{-1} \text{ mol}}$$

$$= 1.58 \times 10^{-2}$$

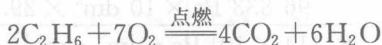
【1-3】 在 25 °C 时,将 C₂H₆ 和过量 O₂ 充入 2.00 dm³ 的氧弹中,压力为 200 kPa。点燃并完全燃烧后将气体通入过量的 Ca(OH)₂ 饱和溶液中。过滤、洗涤、干燥,得 4.00 g 沉淀。求原混合气体的组成。(CaCO₃ 的摩尔质量为 100 g · mol⁻¹)

思路:由 CaCO₃ 的质量可求得 CO₂ 的物质的量,进而求得 C₂H₆ 的物质的量。由 C₂H₆ 的物质的量可计算混合气体中 O₂ 的量,则可得混合气体的组成。

解答:生成 CO₂ 的物质的量为

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{4.00 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.0400 \text{ mol}$$

生成 CO₂ 的反应为



则生成 CO₂ 所消耗的 C₂H₆ 的物质的量为 0.0200 mol。

原混合气体的物质的量为

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{200 \times 10^3 \text{ Pa} \times 2.00 \text{ dm}^3}{8.314 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}$$

$$= 0.161 \text{ mol}$$

原混合气体中 O₂ 的物质的量为

$$n_{\text{O}_2} = 0.161 \text{ mol} - 0.0200 \text{ mol} = 0.141 \text{ mol}$$

原混合气体的组成为 C₂H₆ 0.0200 mol, O₂ 0.141 mol。

【1-4】 将 0.100 dm³ CuSO₄ 溶液蒸干后,得 4.994 g 水合晶体,再将其于 300 °C 加热脱水至恒量,得 3.192 g 无水固体。已知 CuSO₄ 的摩尔质量为 159.6 g · mol⁻¹。

(1) 通过计算给出水合硫酸铜晶体的化学式;

(2) 原 CuSO₄ 溶液的物质的量浓度。

思路:由两次称量的质量之差可求得水合硫酸铜晶体的结晶水的数目;由无水硫酸铜固体的质量和溶液的体积可求得溶液的物质的量浓度。

解答:(1) 水合硫酸铜晶体的结晶水的物质的量为